

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. März 2003 (13.03.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/020450 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B09B 3/00**,
B03B 9/06, C10L 5/46

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WIDMER, Christian**
[CH/CH]; Hölzlistr. 9, CH-4102 Binningen (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP02/09855**

(22) Internationales Anmeldedatum:
3. September 2002 (03.09.2002)

(74) Anwalt: **WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER**
RÖSS KAISER POLTE; Bavariaring 10, 80336 München
(DE).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
101 42 906.1 3. September 2001 (03.09.2001) **DE**

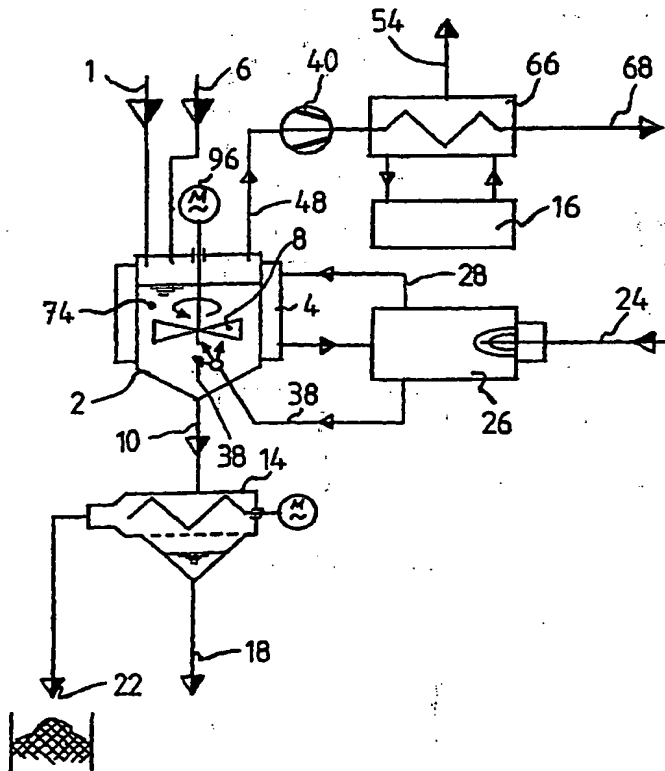
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **HARTMANN, Rudolf** [CH/CH]; Grauensteinweg 4,
CH-4460 Gelterkinden (CH).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **METHOD FOR PROCESSING WASTE PRODUCTS AND CORRESPONDING PROCESSING PLANT**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM AUFBEREITEN VON ABFALLSTOFFEN UND AUFBEREITUNGSANLAGE**



(57) Abstract: The invention relates to a method for processing unrecyclable trash and other organic-laden waste products and to a processing plant for said trash. According to the invention, a waste product containing organic components is heated in a reactor under vacuum to the boiling temperature of water so that the membranes of water-bearing cell structures are destroyed and the heavily organic-laden cell water can be removed along with the exhaust vapors.

(57) Zusammenfassung: Offenbart sind ein Verfahren zur Aufbereitung von Restmüll und anderen organisch belasteten Abfallstoffen und eine Restmüllaufbereitungsanlage, bei der ein organische Bestandteile enthaltender Abfallstoff in einem Reaktor unter Vakuum auf den Siedetemperaturbereich von Wasser erwärmt wird, so dass Membranen von wasserführenden Zellstrukturen zerstört und das organisch hochbelastete Zellwasser mit dem Brüden abführbar ist.

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/020450 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verfahren zum Aufbereiten von Abfallstoffen und Aufberei- tungsanlage

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbereiten von Abfallstoffen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und eine Restmüllaufbereitungsanlage gemäß dem Oberbe-
griff des nebengeordneten Patentanspruches 13.

10

Die Verwertung von Abfällen wie beispielsweise Hausmüll, gewerblicher Müll, Biomüll, etc. ist im Abfallgesetz vom Gesetzgeber vorgeschrieben und wenn immer möglich einer
Abfallentsorgung vorzuziehen. Das Abfallgesetz gilt
prinzipiell für jeden Abfallbesitzer sowie für entsor-
gungspflichtige Körperschaften wie beispielsweise Städte
und Reinigungsbetriebe. Im Abfallgesetz und in der Bun-
desemmissionsschutzverordnung (BIMSCHV) ist geregelt, daß
die Abfälle derart zu sammeln, transportieren, zwischen-
zulagern und zu behandeln sind, daß die Möglichkeiten der
Abfallverwertung nicht behindert werden. Zur Erfüllung
dieser Verwertungspflicht stehen den Kommunen eine stoff-
liche oder eine energetische Verwertung zur Verfügung.

25

Unter stofflicher Verwertung versteht man die Aufberei-
tung des Abfalls zu einem sekundären Rohstoff, der dann
energiewirtschaftlich genutzt wird. D.h. man versteht
unter der Herstellung des Ersatzbrennstoffes eine stoff-
liche Verwertung, die von der direkten Verbrennung des
Abfalles zu unterscheiden ist. Die letztgenannte Alterna-
tive ist derzeit die am häufigsten angewandte Art der
Abfallverwertung. Problematisch bei dieser thermischen
Verwertung ist jedoch, daß die vom Gesetzgeber vorgegebe-
nen Grenzwerte, insbesondere im Rauchgas einzuhalten
sind, so daß erhebliche anlagentechnische Aufwendungen

30

35

5 unternommen werden müssen, um die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen. Des weiteren stehen die herkömmlichen Müllverbrennungsanlagen öffentlich in der Diskussion, so daß in den Kommunen Bestrebungen vorhanden sind, den Abfall einer stofflichen Verwertung zuzuführen.

10 In der DE 196 48 731 A1 ist ein Abfallaufbereitungsverfahren beschrieben, bei dem organische Bestandteile einer Abfallfraktion in einem Perkolator ausgewaschen werden und der derart biologisch stabilisierte Rückstand nach einer Trocknung verbrannt wird. Diese Verbrennung erfolgt in einer herkömmlichen Müllverbrennungsanlage, so daß hinsichtlich der Abgase die gleichen Probleme wie bei der eingangs beschriebenen thermischen Verwertung vorliegen.

15 In der DE 198 07 539 ist ein Verfahren zur thermischen Behandlung von Restmüll beschrieben, bei dem aus dem Abfall durch mechanische und biologische Behandlung eine heizwertreiche Fraktion erhalten wird. Diese heizwertreiche Fraktion wird als Ersatzbrennstoff einer Verbrennung einer Anlage zugeführt, die in Energieverbund mit einer energieintensiven Anlage betrieben wird. Alternativ kann dieser Ersatzbrennstoff auch direkt in der energieintensiven Anlage eingesetzt werden. Bei dieser bekannten Lösung erfolgt die biologische Stabilisierung durch einen aeroben Abbau der Organik des aufbereiteten Abfall.

30 In der DE 199 09 328 A1 ist ein Verfahren zum Aufbereiten von Restmüll offenbart, bei dem dieser einer aeroben Hydrolyse zugeführt wird. Bei dieser aeroben Hydrolyse wird die biologisch zu stabilisierende Fraktion in einem Reaktor mit Luft und einer Auswaschflüssigkeit (Wasser) beaufschlagt. Durch die Einwirkung des Luftsauerstoffes und die gleichzeitig eingestellte Feuchtigkeit erfolgt eine aerobe, thermophile Erwärmung des Stoffgemisches, so daß die Biozellen aufgebrochen und die freigesetzten

organischen Substanzen durch die Waschflüssigkeit abtransportiert werden. In diesem bekannten Reaktor wird das Stoffgemisch mittels eines Förder-/Rührwerkes quer zur Luft und zur Auswaschflüssigkeit durch den Reaktor
5 geführt.

Diese aerobe Hydrolyse zeigte in ersten Versuchsanlagen exzellente Ergebnisse, wobei sich mit einem vergleichsweise geringem vorrichtungstechnischen Aufwand ein Ersatzbrennstoff herstellen läßt, der nicht eluierbar,
10 nicht atmungsaktiv ist und sich durch einen hohen Heizwert auszeichnet. Dieser Ersatzbrennstoff kann beispielsweise einer Vergasung zugeführt werden, wobei das entstehende Gas anschließend energetisch oder stofflich in
15 Kraftwerken und Zementwerken oder bei der Herstellung von Methanol oder als Reduktionsmittel in Stahlwerken eingesetzt werden kann.

Bei dem vorbeschriebenen Abfallverwertungsverfahren ist jedoch noch ein hoher vorrichtungstechnischer Aufwand zur Durchführung der aeroben Hydrolyse erforderlich, so daß derartige Anlagen zum einen erheblichen Platzbedarf erfordern und zum anderen vergleichsweise teuer sind. So werden grosse Mengen von hochbelasteten Abgasen erzeugt,
20 welche genau der 30. BIMSCHV einer aufwendigen und kostenintensiven Gasreinigung und Verbrennung zugeführt werden müssen.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Aufbereiten von Abfallstoffen und eine Aufbereitungsanlage zu schaffen, durch die die Stabilisierung des Restmülls mit verringertem verfahrens- und vorrichtungstechnischen Aufwand durchgeführt werden kann.
30

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruches 1 und hinsichtlich der
35

Aufbereitungsanlage durch die Merkmale des Patentanspruches 13 gelöst.

Erfindungsgemäß erfolgt eine thermische Stabilisierung
5 von Abfall in einem Reaktor, der etwa im Siedebereich von Wasser unter Vakuum betrieben wird. Durch den Betrieb im Vakuum entstehen praktisch keine Abgase, wobei die Reststoffe als Produkt trockenstabil und hygienisch gehandhabt und gelagert werden können.

10 Durch die erfindungsgemäße Betriebsweise des Reaktors läßt sich der Abbau der organischen Zellen durch den biologischen Aufschluß gegenüber den eingangs beschriebenen herkömmlichen Perkolationsverfahren wesentlich beschleunigen, so daß nur noch ein Bruchteil der bisher
15 üblichen Materialdurchlaufzeiten erforderlich ist. Dies ermöglicht es, den Reaktor wesentlich kompakter auszubilden, wobei gemäß ersten Vorversuchen das Reaktorvolumen bei gleichem Durchsatz nur noch etwa 5% eines bisherigen
20 Perkolators beträgt.

Durch die thermische Beaufschlagung der organischen Bestandteile des Restmülls im Siedebereich von Wasser werden die Membranen der wasserführenden Zellstrukturen
25 explosionsartig zerstört und das so freigesetzte organisch hochbelastete Zellwasser kann aus dem Reaktor abgezogen werden. Durch die Erhitzung und Vakuumeinwirkung im Reaktor werden die Inhaltsstoffe hygienisiert und können human medizinisch unbedenklich gehandhabt werden.

30 Durch die Absenkung der Siedetemperatur durch Vakuum unter den Schmelzpunkt von Kunststoffbestandteilen des Abfallstoffs können die Kunststoffteile während der Siedeextraktion oder der Siedetrocknung nicht aufschmelzen und Innenumfangswandungen des Behälters verschmieren
35 und dadurch den Wärmeübergang verschlechtern.

Bei einer vorteilhaften Variante des erfindungsgemässen Verfahrens wird der Reaktor als Siedeextraktor gefahren, wobei der auf Siedetemperatur erwärmte Restmüll mit einer Auswaschflüssigkeit beaufschlagt wird, so dass die organisch beladenen Bestandteile des Restmülls ausgewaschen werden. Vorversuche zeigten, dass bei einem derartigen Siedeextraktor auch im Restmüll vorhandener Stickstoff als Ammoniak gebunden ausgetrieben wird. Durch die Austreibung von Ammoniak wird die Stickstoffbelastung des Restmülls derart reduziert, dass bei sich anschliessenden Verfahrensschritten, beispielsweise einer Aufbereitung organisch belasteter Auswaschflüssigkeit in einer Biogasanlage keine Entstickung durchgeführt werden muss.

Der Anteil der Organik im Restmüll lässt sich weiter absenken, wenn sich an die Siedeextraktion eine Siedetrocknung anschliesst, bei der der nach der Siedeextraktion vorliegende thermisch stabilisierte Restmüll einem erfindungsgemässen Reaktor zugeführt wird, wobei dann allerdings keine Auswaschflüssigkeit zugeführt wird sondern lediglich eine thermische Stabilisierung durch Erhitzen des bereits vorstabilisierten Restmülls in den Siedebereich unter Vakuum erfolgt.

Die Effektivität des Verfahrens ist weiter gesteigert, wenn der Siedetrocknung und/oder der Siedeextraktion eine Vorerwärmung vorgeschaltet ist, so dass dem Reaktor weniger Heizenergie zum Erwärmen des Restmülls auf die Siedetemperatur zugeführt werden muss.

Bei geeigneter Zusammensetzung des Restmülls kann es auch ausreichen, die thermische Stabilisierung alleine durch eine Siedeextraktion oder eine Siedetrocknung durchzuführen, wobei vorzugsweise jeweils eine Vorerwärmungsstufe vorgeschaltet ist.

Diese Vorerwärmung wird vorzugsweise durch einen aeroben Rotteprozess durchgeführt. Bei einer derartigen aeroben Erwärmung stellt sich eine biologisch erzeugte Hydrolyse ein, welche den Zellaufschluss biochemisch beschleunigt und dadurch in die Auswaschrates bei einer sich anschließenden Extraktion bzw. den Wasserentzug bei einer sich anschließenden Trocknung erhöht.

Der nach dem Siedeextraktor oder dem Siedetrockner anfallende Brüden wird bei einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel mittels eines Kondensators oder einer gleichwirkenden Einrichtung abgekühlt und somit kondensiert, so dass der Prozess - abgesehen von geringfügiger Leckageluft - im wesentlichen abluftfrei ausgeführt werden kann.

Die eventuell anfallende Leckageluft lässt sich mit minimalem verfahrenstechnischem Aufwand in einem Brenner verbrennen oder einer weiteren Aufbereitung, beispielsweise einer Abluftreinigungsanlage zuführen.

Wie bereits erwähnt, kann die nach der Siedeextraktion anfallende organische belastete Auswaschflüssigkeit einer Biogasanlage zugeführt werden.

In der Biogasanlage entfrachtetes Gärwasser wird vorzugsweise als Umlauf- oder Prozesswasser zum Siedereaktor zurückgeführt. Das erzeugte Biogas kann zur Erzeugung von Prozesswärme in dem Reaktor oder zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet werden, so dass das System im wesentlichen energieautark betrieben werden kann.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird das nach der Siedetrocknung vorliegende warme Trockengut einer abluftfreien Kühltrocknung zugeführt, so dass durch die

damit einhergehende Taupunktabsenkung das warme Trockengut nochmals entfeuchtet wird.

Das Grundmodul der erfindungsgemässen Restmüllaufbereitungsanlage besteht im Prinzip aus einem beheizbaren, unter Vakuum betreibbaren Reaktor, der mit einem Restmüll- oder Materialeintrag und einem Materialaustrag sowie einer Rührvorrichtung zum Fördern des Restmülls und zum Einbringen von Scherkräften ausgeführt ist.

Dieser Reaktor kann bei Zuführung von Auswaschflüssigkeit als Siedeextraktor und - ohne Auswaschflüssigkeit - als Siedetrockner gefahren werden.

Die Rührvorrichtung des Reaktors wird vorzugsweise derart ausgeführt, dass deren Röhrelemente das an den Innenumfangswandungen des Reaktors anhaftende Material bei einer Umdrehung abstreift, so dass an den Wandflächen Verbackungen vermieden werden. Durch die Wirkung der Rührvorrichtung wird das Material entlang der beheizten Innenumfangsflächenwandung verschoben und vom Materialeintrag zum Materialaustrag - und ggf. in entgegengesetzter Richtung - transportiert.

Die Rührvorrichtung wird vorzugsweise schneckenförmig ausgebildet, wobei die Schnecke mit oder ohne Zentralwelle ausgeführt sein kann.

Der Antrieb der Rührvorrichtung wird vorzugsweise mit umdrehbarer Wirkrichtung ausgeführt, so dass die Förderrichtung umkehrbar ist.

Die Wirkung der Rührvorrichtung ist besonders gut, wenn der Rührer beheizbar ausgeführt ist.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Restmüll und die Auswaschflüssigkeit durch einen gemeinsamen Materialeintrag zugeführt.

- 5 Der Reaktor lässt sich sehr kompakt ausführen, wenn dieser mit zwei Teilabschnitten versehen wird, in denen jeweils ein Rührer angeordnet ist. Diese beiden Teilabschnitte können über einen geeigneten Materialvorschub oder einen Materialrückschub miteinander verbunden sein,
10 so dass das Material im Kreislauf förderbar ist.

- Bei einer bevorzugten Verfahrensvariante wird die thermisch stabilisierte Abfallfraktion einer Presse zugeführt, wobei die im Presswasser enthaltenen organischen
15 Bestandteile in einer Biogasanlage umgesetzt werden.

- Durch die vorbeschriebene Kreislaufführung der bei der Abfallaufbereitung anfallenden, mit biologischen Bestandteilen beladenen Stoffströme können auch härteste Auflagen des Gesetzgebers, wie sie beispielsweise in der 30. BIMSCHV vorgeschrieben sind, mit vergleichsweise geringem Aufwand erfüllt werden, da keine teuren Reinigungsschritte für die Abluft und das anfallende Abwasser nachgeschaltet werden müssen.

- 25 Als Energieerzeuger zum Beheizen des Reaktors kann beispielsweise ein Brenner, eine Gasturbine oder ein Gasmotor verwendet werden, die mit den vorgenannten Stoffströmen, beispielsweise dem in der Biogasanlage anfallenden Biogas, der im Siedereaktor anfallenden organisch belasteten Abluft oder der beim Entwässern des Abfalls anfallenden Abluft zur rückstandslosen Verbrennung zugeführt wird.

- 35 Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

5

Figur 1 ein Verfahrensschema eines Grundmoduls zum Aufbereiten von Restmüll mit einer Siedeextraktion;

Figur 2 ein Grundmodul des erfindungsgemässen Verfahrens zur Aufbereitung von Restmüll mit einer Siedetrocknung;

10

Figur 3 einen Reaktor zur Verwendung in einem Verfahren gemäss der Figuren 1 und 2;

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel des Reaktors aus Figur 1;

15

Figuren 5, 6, 7 Prinzipdarstellungen zum Zusammenschalten von Reaktorabschnitten für eine Siedeextraktion / Siedetrocknung und

20

Figur 8 ein Grundschema eines Verfahrens zum Aufbereiten von Restmüll mit einer Siedeextraktion und nachgeschalteter Siedetrocknung.

Figur 1 zeigt ein Grundschema einer Mindestausrüstung zur Durchführung eines Siedeextraktionsprozesses für die Behandlung von organisch belasteten Abfallstoffen wie z. B:

- Restmüll
- 30 - Grossküchenabfälle
- Abfälle aus der Lebensmittelindustrie
- Gemüse und andere nachwachsende organische Abfallstoffe
- Klär- und Gärschlämme
- biologische Rückstände, bspw. Maischen, aus der Getränkeherstellung

35

Die organisch belasteten Stoffe 1 werden einem Reaktor 2 zugeführt und mit Frischwasser oder Umlaufflüssigkeit 6 verdünnt. Mit einer Rührvorrichtung 8 wird die Suspension 74 aus Abfall und Flüssigkeit vermischt und transportiert. Die Wärmezufuhr zur Erreichung der Siedetemperatur erfolgt über eine Mantelbeheizung 4.

Zur Beschleunigung des Erhitzungsvorganges kann auch gespannter Dampf 38 direkt in die Suspension 74 miteingetragen werden und / oder durch eine vorgeschaltene Erwärmungsstufe, welche hier nicht dargestellt ist.

Ein substantieller Anteil dieses Restmülls besteht aus kurzkettigen Verbindungen, die meist an der Oberfläche absorbiert sind. Wird diese Oberfläche von dem heißen Prozeßwasser umspült, so werden auch primär nicht lösliche Verbindungen hydrolisiert und ausgewaschen. Die geruchsintensiven Komponenten des Biomülls und die Hydrolyseprodukte sind relativ gut wasserlöslich und können mit der Auswaschflüssigkeit ausgewaschen werden. Mit einer derartigen Extraktion erreicht man eine Reduktion der Organik und eine Desodorierung des Restmülls.

Durch den Betrieb des Siedeextraktors im Bereich des Siedepunktes des Wassers unter Vakuum wird der physikalisch/chemische Effekt der Extraktion durch die Steigerung des bakteriellen Abbaus wesentlich verstärkt. Die organischen Zellen des Stoffgemisches werden aufgebrochen und Zellwasser freigesetzt und die gelöste Organik durch die Auswaschflüssigkeit abtransportiert. Es zeigte sich, daß sich durch Verwendung eines Siedeextraktors 2 anstelle eines herkömmlichen Perkolorators die Durchlaufzeit von etwa zwei Tagen bei herkömmlichen Perkoloratoren auf zwei Stunden verringert, so daß der Siedeextraktor 2 mit einem wesentlich geringeren Volumen als herkömmliche Perkolorato-

ren ausgebildet werden kann, um den gleichen Durchsatz von Abfall aufzubereiten.

5 Die Prozesswärmeaufbereitung erfolgt über eine Wärmeerzeugungsanlage 26 mit welcher die Wärmeenergie 28 in Form von Warmwasser, Druckheisswasser, Thermoöl oder Dampf 38 erzeugt wird.

10 Als der Wärmeerzeugungsanlage zugeführter Energieträger 24 kann, im Prozess eigenerzeugtes Biogas eingesetzt werden, und / oder auch andere fossile Brennstoffe oder elektrische Energie verwendet werden.

15 Beim Siedevorgang im Siedeextraktor 2 wird durch den Unterdruck der Siedepunkt deutlich unter 100° C gehalten und die Manteltemperatur 4 je nach Suspension 74 auf ein Temperaturniveau eingestellt, so dass sich keine Verbackungen an den Heizflächen einstellen, damit der Wärmeübertrag in die Suspension 74 ohne Verluste erfolgen
20 kann.

Je nach Produktmischung/Suspension 74 können Inhaltsstoffe wie z. B. Plastikteile und Kunststofffolien bereits bei Heizmantel- oder Flächentemperaturen 4 um 80°C
25 beginnen sich zu plastifizieren und die Wärmeübergangsflächen und die Röhreinrichtung 8 mit einer zähklebrigen Schicht zu überziehen. Der Unterdruck wird durch einen Vakuumherzeuger 4 hergestellt (hier dargestellt als Vakuumpumpe) welcher durch den erzeugten Unterdruck von
30 vorzugsweise ≤ 80 mbar den Siedepunkt im Siedeextraktor 2 auf $< 60^\circ\text{C}$ absenkt.

Die über Brüden 48 abgehenden Inhaltsstoffe werden in einem Brüdenkondensator 66 durch Kühlung 16 unter den
35 Taupunkt abgekühlt und die Abgase 54 vom Kondensat 68 getrennt. Der Vakuumherzeuger 40 kann, je nach Erforder-

nis, vor oder nach dem Brüdenkondensator 66 angeordnet werden.

Die am Brüdenkondensator anfallenden Abgase 54 enthalten
5 Leckageluft und Inertgasgemische aus der erhitzten Suspension 74 und Restgasmengen aus Umlaufwasser 6 einer im folgenden näher beschriebenen Biogasanlage. Die anfallenden Abgasmengen betragen dabei bei einer behandelten Suspensionsmenge von 1000 kg unter 1.0 m³ und sind somit
10 äussert gering, so dass praktisch von einem abluftfreien Prozess gesprochen werden kann.

Durch die Suspensionstemperatur zwischen >40°C und <100°C und den wirkenden Unterdruck werden innerhalb von wenigen
15 Minuten Zellstrukturen der biogenen Anteile verändert, Membranen aufgerissen und somit die eingeschlossene biogene Masse dem Auswaschprozess zugänglich gemacht.

Auch werden für den Aufschluss schwer zugänglicher Cellulose- und Ligninverbindungen durch die vorbeschriebene
20 Temperatur- und Vakumeinwirkung aufgebrochen und als Biopotential der nachfolgenden Biogasanlage 20 (Vergärungsstufe) zugeführt.

Je nach Temperatur und Wärmekapazität der Suspension 74
25 ist die Aufheizzeit im Siedereaktor 2 unterschiedlich und kann auch durch Vorerwärmung der Zuschlagstoffe 1 und des Prozesswassers 6 ausserhalb des Siedereaktors 2 wesentlich verkürzt werden.

30 Nachdem sich das Umlaufwasser/Prozesswasser 6 bis zur Sättigung mit gelöster Organik angereichert hat, wird die Suspension 74 ausgetragen und das thermisch stabilisierte Substrat- /Wassergemisch 10 einer Entwässerungseinrichtung 14 zugeführt (hier dargestellt als Klassierpresse).
35 In der Entwässerungseinrichtung 14 wird der Fest-

stoff/Presskuchen 22 von dem mit Organik angereicherten Prozesswasser 18 getrennt. Der Presskuchen 22 kann dann weiteren Prozessschritten zugeführt werden, wie z. B. Kompostierung, biologischer Trocknung oder einer mechanisch-thermischen Trocknung wie sie als Beispiel in der Figur 2 dargestellt ist.

Der eigentliche Extraktionsprozess ist Inputmaterialabhängig und dauert im Mittel zwischen einigen Minuten bis über eine Stunde. Durch die Temperatureinwirkung über eine Stunde ist die Suspension 74 hygienisiert und kann nach der Entwässerung 14 und Trocknung 42 (Figur 2) humanmedizinisch unbedenklich gehandhabt, gelagert und weiteren Arbeitsschritten zugeführt werden.

Das Prozesswasser 8 wird vorteilhaft in einer Biogasanlage 20 (Figur 8) entfrachtet in dem der Organikanteil mittels Methanbakterien zu Biogas 24 umgesetzt wird, das dann zur Energierzeugung in der Wärmeerzeugungsanlage 26 und der Gasüberschuss einer weiteren Verwertung 103 (Figur 8) zur Wärme und Stromerzeugung zugeführt wird.

Das entfrachtete Gärwasser 32 (Figur 8) verlässt die Biogasanlage 20 und wird als Prozesswasser/Umlaufwasser 6 wieder dem Siedeextraktor 2 zugeführt.

Die Brüdenkondensate 68 enthalten einen Grossteil der Stickstoffverbindungen welche den biologischen anaeroben Abbauprozess im Fermenter 20 hemmen können. Deshalb werden die Brüdenkondensate 68 zusammen mit dem Überschusswasser 34 direkt in einer Abwasserreinigung 36 (Figur 8) behandelt und anschliessend als gereinigtes Abwasser 105 in die Kanalisation geleitet oder als Betriebswasser/Prozesswasser 6 teilweise dem Siedeextraktionsprozess 2 zugeführt. Durch diese Reduktion des Stick-

stoffes vor der Biogasanlage 20 benötigt der Fermentationsprozess keine Stickstoffsene mehr.

Vorgestellt ist somit ein Verfahren bei welchem in einem
5 Reaktor 2 organisch belastete Stoffe 1 mit Wasser 6 durch
Rührwerke 8 vermischt und transportiert werden und durch
Wärmeeinwirkung 4 im Bereich des Siedepunktes von Wasser
unter Vakuumbeaufschlagung die Suspension 74 derart
10 aufgeschlossen wird, dass innerhalb von wenigen Minuten
Zellmembranen zerstört, Lignin- und Celluloseverbindungen
aufgebrochen und einem anaeroben Vergärungsprozess in
einer Biogasanlage 20 verfügbar gemacht werden, so dass
der Ausgangsstoff 10 thermisch hygienisiert ist und nach
15 einem Entwässerungsschritt 14 und nachfolgender Trocknung
42 (Figur 2) human medizinisch als unbedenkliches Stoff-
gemisch gehandhabt, weiterverarbeitet und gelagert werden
kann.

Die Überlegenheit des erfindungsgemässen Verfahrens
20 erschliesst sich aus einem Vergleich der Siedextraktion
mit anderen Verfahren, bei welchen aus der Organik von
Restmüll mit 50% Wassergehalt Biogas erzeugt wird.

Bei der vorbeschriebenen Siedeextraktion beträgt die
25 Behandlungszeit im Reaktor 2 max. 2 h mit einer Umlauf-
wassermenge von 1000l/Kg Restmüll, und die Umsetzung zu
Biogas im Fermenter 20 beträgt max. 5 Tage. Da auch
teilweise Zellstoffverbindungen abgebaut werden, beträgt
die Gasproduktion ca 150Nm³/1Mg Restmüll. Der Methange-
30 halt beträgt 70%. Die Abluftmenge beträgt ca. 1,0m³/1Mg
Restmüll. Der Energieaufwand beträgt ca. 5% vom Energie-
ertrag mit Trocknung 15%.

Bei der eingangs beschriebenen Perkolation nach den
35 Patentanmeldungen EP 0876311 B1 und PCT/IB 99/01950
beträgt die Behandlungszeit im Reaktor mindestens 2 Tage

mit einer Umlaufwassermenge von 3000l/1Mg Restmüll und die Umsetzung zu Biogas im Fermenter beträgt maximal 5 Tage. Zellstoffverbindungen werden nicht abgebaut. Die Gasproduktion beträgt ca. 70Nm³/1Mg Restmüll. Der Methan-
5 gehalt beträgt 70%. Die Abluftmenge pro 1 Mg Restmüll beträgt ca. 1000m³.

Bei einer Reststoffvergärung nach den Patentanmeldungen EP 9110 142 9.8 und EP 0192 900 B1 beträgt die Behand-
10 lungszeit im Gasreaktor mindestens 20 Tage mit einer Umlaufmenge von Impfschlamm von 20 % des Gesamtinhaltes. Pro 1Mg zugeführten Restmüll werden 25m³ Fass-/Raumvolumen benötigt. Zellstoff und Ligninverbindungen werden nach einer Anfahrtszeit von 18 bis 30 Tagen teil-
15 weise abgebaut. Die Gasproduktion beträgt ca. 100 Nm³/1Mg Restmüll. Der Methangehalt beträgt 55 - 60 %. Die Abluftmenge pro 1Mg. Restmüll beträgt ca. 8000 m³. Energieaufwand ca. 30 % vom Energieertrags.

20 Ein weiteres bekanntes Extraktionsverfahren ist die Druckentspannungsexplosion bei welcher die Gewebezellen vorwiegend im Schlachtabfallbereich in einem Durchlaufautoklaven bei 350°C und einem Überdruck von ca. 18bar zwei Stunden gehalten werden. Nach der Haltezeit wird stoss-
25 weise eine kleine Menge entspannt. Durch den Entspannungsdruck werden die Zellmembranen zerstört und die Schlachtabfälle können einer Vergärung zugeführt werden. Die hohen Temperaturen und die Haltezeit dienen vor allem der Zerstörung der Prionen welche den Rinderwahnsinn
30 (BSE) erzeugen. Pro 1Mg Schlachtabfälle werden ca. 40m³ Faulraumvolumen benötigt. Ligninverbindungen werden nur teilweise abgebaut. Die Gasproduktion beträgt ca. 300Nm³ / 1Mg Schlachthofabfälle. Die Abluftmenge pro 1Mg beträgt ca. 10.000 m³. Der Energieaufwand liegt bei ca. 50% vom
35 Energieertrag.

In Figur 2 ist eine Mindestausrüstung zur Durchführung eines Vakuumsiedetrocknungsprozesses für die Trocknung, Stabilisierung und Hygienisierung von Stoffen wie z.B:

- Restmüll,
- 5 - Ausgangsstoffgemische aus der Siedeextraktion, Perkolation
- Schlämme aus Klärwerken und Faulschlämme aus Vergärungsanlagen
- Produkte und Abfälle aus der Lebensmittelindustrie
- 10 -Produktionsschlämme aus der Farbenindustrie, Chemie und der Metallverarbeitung gezeigt.

In einen Siedetrockner 42 wird das Feuchtgut 1, 22, 60 eingebracht und mit einer Rührvorrichtung 8 bewegt, 15 vermischt und transportiert. Die Wärmezufuhr zur Erreichung der Siedetemperatur erfolgt über die Mantelheizung 4. Die Prozesswärmeaufbereitung erfolgt wieder über die Wärmeerzeugungsanlage 26 mit welcher die Wärmeenergie 28 in Form von Warmwasser, Druckheisswasser, Thermoöl oder 20 Dampf erzeugt wird.

Als Energieträger 24 kann, das eigenerzeugte Biogas aus dem Siedeextraktionsprozess eingesetzt werden, und / oder auch andere fossile Brennstoffe oder elektrische Energie 25 verwendet werden.

Beim Sieden im Siedetrockner 42 wird durch Unterdruck der Siedepunkt deutlich unter 100°C gehalten und die Manteltemperatur 4 je nach Feuchtgut 1, 22, 60 auf ein Temperaturniveau derart eingestellt, dass sich keine Verbackungen an den Heizflächen einstellen, damit der Wärmeübertrag ohne Verluste in das Feuchtgut 1, 22, 60 eingetragen wird. 30

Der Betrieb des Siedetrockners 42 entspricht im wesentlichen dem Betrieb des in Figur 1 dargestellten Siedeex- 35

traktors 2 mit der Ausnahme, dass kein Prozesswasser 6 zugeführt wird. Der Einfachheit halber hinsichtlich der Grundfunktionen des Siedetrockners 42 auf die entsprechenden Ausführungen zum Siedeextraktor 2 verwiesen.

5

Je nach Eintrittstemperatur und Wärmekapazität des Feuchtgutes 1, 22, 60 ist die Aufheizzeit im Siedetrockner 42 unterschiedlich und kann auch durch Vorerwärmung des Feuchtgutes 1, 22, 60 ausserhalb des Siedetrockners 10 42 wesentlich verkürzt werden (Vorrichtung nicht dargestellt). Nach der Erwärmung auf Betriebstemperatur dauert der eigentliche Trocknungsprozess je nach Feuchte des Feuchtguts 1, 22, 60 zwischen 1,5 bis 3 Stunden.

15 Durch eine Temperatureinwirkung bei mehr als 90°C über eine Stunde Haltezeit ist das Trockenprodukt 50 dann hygienisiert und kann human medizinisch unbedenklich gehandhabt, gelagert und weiteren Arbeitsschritten zugeführt werden.

20

Das Trockenprodukt 50 verlässt den Siedetrockner 42 mit einer Austrittstemperatur von ca. 60 bis 80°C. Mittels der symbolisch dargestellten Massenstromumlenkung 62 kann das warme Trockengut 50 zwischengelagert oder weiterbe- 25 handelt werden. Falls aber für die anschliessende Weiterbehandlung eine tiefere Materialtemperatur erwünscht wird, wird das warme Trockengut 50 einem Kühltrockner 52 zugeführt. Der Kühltrockner 52 besteht aus einem dichten Gehäuse mit einem innenliegenden perforiertem Transport- 30 band 56 mit welchem das Trockengut 50 (Kuchen) vom Eintritt zum Austritt gefördert wird.

Die mit Wärme und Restfeuchte aus dem Trockengut 50 beladene Abluft 78 wird in einem Kühler / Kondensator 66 35 abgekühlt und entfeuchtet. Das Kondensat 68 wird der Abwasserbehandlung (Figur 8) zugeführt. Mit einem Umluft-

ventilator 70 wird die gekühlte und entfeuchtete Trocknungsluft 80 durch das perforierte Transportband 56 und den Materialkuchen 50 geleitet. Das gekühlte Trockengut 72 verlässt den Kühltrockner 52 über eine nicht
5 dargestellte Schleuse und Austragsvorrichtung. Der Luftkreislauf 78, 80 ist geschlossen, es entstehen praktisch keine Abluftmengen oder Abgase.

Die Figur 3 zeigt ein Grundmodul 90 eines Reaktors, der
10 als Siedeextraktor 2 oder als Siedetrockner 42 verwendbar ist. In diesem Grundmodul 90 können beide Funktionen wie Siedeextraktion 2 und Siedetrocknung 42 durchgeführt werden. Das Kernstück bildet die seelenlose Förder- und Umwälzspirale 82 welche zugleich die Rührerfunktion 8
15 übernimmt. Mit dieser Umwälzspirale 82 wird der Inhalt 74, 76 schonend bewegt und durch die Materialbewegung 100, 102 die Heizfläche 4 von Anbackungen frei gehalten und damit der Wärmeübertrag vom Heizungsmedium 28 in das zu erwärmende Feuchtgut oder in die Suspension 74 sicher-
20 gestellt.

Zusammenfassend bedeutet das, dass die Inhaltsstoffe 74, 76 bei beiden Prozessen 2, 42 zusammen mit der Rührbewegung 100, 102 der Spirale 82 die Wärmeaustauschfläche des
25 Reaktors 2, 42 vor Verschmutzungen ständig abreinigen und bedingt durch die Geometrie der Spirale 82, 8 sich keine Bänder, Kordel oder andere langfaserige Teile oder Stoffe aufwickeln oder zu Zopfbildungen führen können.

30 Die Umwälzspirale 82 wird durch mindestens einen Antrieb 96 bewegt und eine spezielle Dichtungsbuchse 98 verhindert den Eintritt von Leckageluft. Über den Eintrittsschieber oder die Schleuse 84 werden die Zuschlagmaterialien 1, 6, 22, 60 zugeführt und nach Beendigung der
35 Durchlaufzeit über den Austrittsschieber oder die Schleuse 88 das Produkt 10, 50 ausgetragen.

Durch das über die Pumpen 40, 44 (Figur 1, 2) eingestellte Vakuum wird der Siedepunkt im Siedeextraktor 2 oder Siedetrockner 42 auf deutlich $<100^{\circ}\text{C}$ gesetzt und die
5 Brüden 46, 48 verlassen über einen Dampfdom / Brüdenabzug 94 den Reaktor 2, 42 (90). Um bei der Siedeextraktion die Suspension 74 kurzfristig auf Betriebstemperatur zu erwärmen, kann zusätzlich zur Mantelheizung 92, 4 Dampf 38 eingeblasen werden.

10 Die Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit einem Rührwerk 106 mit Zentralachse und sich überlagernden Rührwerksschaufeln 107 welche während der Rotation durch die schiffsschraubenähnliche Anordnung die Heizflächen 92
15 des Reaktors mit Hilfe des schleissenden Feuchtguts 76 oder der Suspension 74 von Anbackungen freihalten. Das Rührwerk 106 kann auch mit Rührwerksschaufeln 107 ähnlich wie bei den bereits bekannten Autoklaven zur Herstellung von Tiermehl aus Schlachtabfällen oder bei Scheibentrocknern zur Trocknung von Schlämmen durch ein Heizmedium 28
20 erwärmt werden (hier nicht zeichnerisch dargestellt).

Vorstehend vorgestellt ist eine Vorrichtung zur Durchführung zweier Verfahren wie:

- 25 - die Siedeextraktion gemäss Figur 1
- die Siedetrocknung gemäss Figur 2.

Diese beiden Prozessschritte können nacheinander in ein und derselben Vorrichtung 90 erfolgen ohne dass die
30 Inhaltsstoffe den Reaktor 90 zwischen den Schritten verlassen müssen.

Bei Grossanlagen ist es jedoch zweckmässig, wenn die Schritte in zwei getrennten Prozessbehältern 2, 42 durchgeführt werden, da die Prozesse Siedeextraktion 2 und
35 Siedetrocknung 42 unterschiedliche Verweil- und Behand-

lungszeiten aufweisen und ein dazwischengeschalteter Entwässerungsschritt 14 den Verdampfungsenergieaufwand energetisch wie zeitlich reduziert.

- 5 Die Figuren 5 bis 6 zeigen Anordnungsbeispiele für die Siedeextraktion 2 und die Siedetrocknung 42.

Die Figur 5 zeigt einen Reaktor 90, welcher diskontinu-
10 uierlich befüllt 84 und entladen 88 wird. Der zu behan-
delnde Inhaltsstoff 74, 76 wird durch den Antrieb 96 mit
dem Rührwerk 106 vor- und rückwärts bewegt (Pfeil 100)
bis der Prozess abgeschlossen ist. Diese Anordnung und
Betriebsweise eignet sich vor allem für Klein- und Ein-
15 zelanlagen bei welchen z. B. in einer Tagesschicht zwei
bis drei Durchgänge gefahren werden.

Die Figur 6 zeigt eine hintereinandergeschaltene Anordnung
von mehreren Reaktorstufen oder Reaktorteilabschnitten,
20 in denen die einzelnen Chargen kontinuierlich beladen 84,
behandelt und entladen 88 werden. Damit bei den Verschie-
bevorgängen 102 das Vakuum erhalten bleibt, werden die
Stufen voneinander durch Schieber oder Schleusen ge-
trennt. Die einzelnen Reaktorabschnitte können in belie-
25 biger Anzahl 90.1 - 90.m in Reihe geschaltet werden.

Die Figur 7 zeigt eine Anordnung in welcher der zu behan-
delnde Inhaltsstoff 74, 76 in einem geschlossenen Kreis-
lauf zirkuliert. Nach diesem Ausführungsbeispiel sind 2
etwa prallel angeordnete Reaktorteilabschnitte 90.1, 90.2
30 über Verschiebebauteile 104 miteinander verbunden. Die
beiden Reaktorteilabschnitte 90.1, 90.2 haben jeweils ein
Rührwerk 106 mit einem Antrieb 96, wobei die Förderrich-
tung in den beiden Teilabschnitten 90.1, 90.2 entgegenge-
setzt ausgeführt ist (Pfeil 102).

Zwischen den beiden Teilabschnitten 90.1, 90.2 sind die Verschiebeteile 104 vorgesehen, über die die jeweils benachbarten Endabschnitte der Teilabschnitte 90.1, 90.2 miteinander verbunden sind, so dass sich die dargestellte
5 Kreislaufführung ergibt. Das aufzubereitende Material wird über den Materialeintrag 84 zugeführt und über den Materialaustrag 88 aus dem Reaktor abgeführt.

Wie bei der Anordnung gemäss Figur 1 handelt es sich hier
10 um einen diskontinuierlichen Betrieb, bei welchem aber durch die gleichförmige Rotation der Inhaltsstoff gleichmässig (mit der dem Prozess dienlichen Füllhöhe) durch die Vorrichtungen (90.1, 90.2, 104) gefördert werden.

15 Die in Figur 7 dargestellte Anordnung eignet sich für den Durchsatz von grossen Mengen, welche z. B. in mehreren Schichten gefahren werden und kann beim Einsatz von mindestens drei Vorrichtungen mit den entsprechenden
20 Volumenpuffern praktisch im kontinuierlichen Betrieb gefahren werden.

Die Figur 8 zeigt eine Kombination des Siedeextraktionsprozesses gemäss Figur 1 und des nachgeschalteten Siedetrocknungsprozesses gemäss Figur 2 in Verbindung mit
25 einer Biogasanlage 20, einer Abwasserreinigungsanlage 36 und einer Abluftbehandlungsanlage 30.

Nachfolgend werden die Kombinationen und Verknüpfungen
30 beschrieben, auf welche in den Figuren 1 und 2 bisher nicht eingegangen wurde.

Restmüll oder andere organisch belastete Abfallstoffe 1 können wahlweise der Siedeextraktion 2 oder auch direkt
35 zur Trocknung dem Siedetrockner 42 zugeführt werden. Pastöse oder flüssige Schlämme 60 können dem Siedetrock-

ner 42 direkt zugeführt werden oder als Mischung 62 mit dem Presskuchen 22 und Restmüll 1 als Zuschlagstoffe oder als Einzelkomponente zugeführt werden.

- 5 Die am Siedetrockner und am Siedeextraktor 2 anfallenden Brüden 48, 46 werden über die Vakumerzeuger 40 einem vor- oder nachgehaltenen Kühler / Kondensator 66 zugeführt, in welchem die Brüden 48, 66 auskondensiert und von dem Abgas 54 getrennt werden. Das Kondensat 68 wird einer
- 10 Abwasseraufbereitungsanlage 36 zugeführt. Die anfallenden Abgase werden, je nach Zusammensetzung und Schadstoffanteil einer Abluftreinigung 30 oder zur Nachverbrennung der Brennerzuluft für die Wärmeerzeugungsanlage 26 beige-
- 15 mischt. Das organisch hochbelastete Presswasser 18 aus der Extraktion 2 wird zur Entfrachtung und Biogaserzeugung 24 der Biogasanlage 20 zugeführt. Das Biogas 24 kann dann anderen Energieverwertungen, wie z.B. einer Wärmekraftkopplungsanlage zur Stromerzeugung zugeführt werden.
- 20 Das entfrachtete Gärwasser 32 aus der Biogasanlage 20 wird als Prozesswasser / Umlaufflüssigkeit der Extraktion 2 als Auswaschflüssigkeit 6 wieder zugeführt. Das Überschusswasser 34 aus der Biogasanlage (Fermentation) 20 wird in der Abwasserbehandlung 36 zusammen mit dem Brüdenkondensat 68 aufbereitet und als gereinigtes Abwasser
- 25 105 in die Kanalisation oder einen Vorfluter geleitet.

- Um sich die Aufheizenergie in Form von Brennstoffen zu sparen, besteht die Möglichkeit die, mit Organik belasteten Inputströme 1, 60, 22 vor dem Eintrag in die Reaktoren (Extraktor, Trockner) 90 in einer Intensivrottebox (Aufgabebehälter) 108 durch Begasung mit Luft 110 oder mit technischem Sauerstoff 111 durch biologisch erzeugte
- 30 aerobe Erwärmung kurzfristig auf die gewünschte Betriebstemperatur voreinzustellen. Gleichzeitig mit der aeroben
- 35 Erwärmung stellt sich eine biologisch erzeugte Hydrolyse

(Versäuerung) ein, bei welcher durch biochemischen Aufschluss und Erhöhung der biochemischen Verfügbarkeit bei den nachfolgenden Behandlungsschritten in den Reaktoren 90 die Auswaschrates bei der Extraktion 2 und der Wasserentzug bei der Trocknung 42 wesentlich erhöht wird.

Damit der zu behandelnde Abluftstrom 54 so klein wie möglich gehalten werden kann, eignet sich vor allem die Begasung mit technisch angereichertem Sauerstoff 111. Die Abluft 54 wird aus den Aufgabeebehältern (Rotteboxen) 108 abgezogen und den vorbeschriebenen Abluftbehandlungen 30, 26 zur Entfrachtung bzw. Verbrennung zugeführt.

Bei dem vorgestellten Verfahren zur Behandlung von organisch belastetem Restmüll 1 und anderen organisch belasteten Abfallstoffen 22, 60 werden durch Vakuumeinwirkungen 46, 48 und Erwärmung 4, 26, 28 die wasserführenden Zellen der Membranen aufgerissen, so dass das Zellwasser, wie bei dem Vakuumsiedextraktionsprozess (Figur 1) im Siedeextraktor 2, innerhalb von wenigen Minuten zur Auswaschung der Organikanteile 18 zur Verfügung steht und in einer Biogasanlage 20 zu Biogas 24 umgesetzt wird.

Dasselbe geschieht bei der Vakuumsiedetrocknung (Figur 2) bei der das freigesetzte Zellwasser zusammen mit dem freien Wasser, welches sich an den Oberflächen des zu trocknenden Nassgutes 76 befindet durch Sieden unter Vakuum als Brüden 46 den Trockner 90 verlässt.

Dieser Zellaufschluss wurde bis jetzt bei organisch belastetem Restmüll 1 und an deren Stoffgemischen 74, 76 durch folgende bekannte Verfahren umgesetzt:

1. Biologischer Aufschluss durch Versäuerung (Hydrolyse) in der ersten Phase eines aeroben Kompostierprozesses bei welchem unter Einstellung folgender Parameter wie:
 - Feuchtigkeitsregulierung

- Lufteintrag
- mechanische Umwälzung

durch bakterielle Einwirkungen bei optimalen Verhältnissen der Zellaufschluss ab dem zweiten Behandlungstag
5 beginnt und je nach Materialzusammensetzung zwischen dem dritten und fünften Tag die höchstmögliche Aufschlussrate erreicht hat.

2. Thermisch-physiklischer Aufschluss

10 Durch Erhitzung in einem Autoklaven auf 120 bis ca. 350°C bei einem Überdruck ab 2,0 bis 15 bar mit nachfolgender explosionsartiger Entspannung in ein Auffang- und Entspannungsgefäß. Dieser Vorgang wird als Druckentspannungsexplosion bezeichnet. Bei beiden Verfahren wird der
15 Zellaufschluss benutzt, um das freigesetzte Zellwasser durch Auswaschung auszutragen und in einer Biogasanlage in Biogas umzusetzen. Nach Beendigung des Auswaschprozesses wird das Austragsmaterial meistens einem Entwässerungsschritt zugeführt und der Reststoff kompostiert und/oder
20 in einer herkömmlichen thermischen oder biologischen Trocknung das Wasser entzogen.

Im Vergleich zu den vorstehend angeführten und bereits bekannten Verfahren 1 u. 2 entstehen bei der Siedeextraktion 2 und der Siedetrocknung 42 keinerlei nennenswerte
25 Abluftströme. Es entstehen max 1,0m³ Abluft 54 pro 1000 kg zugeführtem Produkt 74, 76. Für den Wasserentzug von 1000kg über die Brüden 46, 48 beträgt der thermische Energieaufwand max. 150 kWh und der elektrische Energieaufwand max 10 kWh. Die Gasproduktion bei der Behandlung
30 von 1000 kg Restmüll beträgt je nach Organikanteil ca. 200 Nm³ Biogas oder 1.300 kWh Wärmeertrag.

Bei den bekannten Verfahren 1 und 2 beträgt der hochbelastete Abluftstrom ca. 3000 m³ pro 1000 kg Produkt 74, 76.
35

Der thermische Energieaufwand beträgt mindestens 280 kWh und der elektrische Energieaufwand zusätzlich 24 kWh.

Offenbart sind ein Verfahren zur Aufbereitung von Rest-
5 Müll und anderen organisch belasteten Abfallstoffen und
eine Restmüllaufbereitungsanlage, bei der ein organische
Bestandteile enthaltender Abfallstoff in einem Reaktor
unter Vakuum auf den Siedetemperaturbereich von Wasser
erwärmt wird, so dass Membranen von wasserführenden
10 Zellstrukturen zerstört und das organisch hochbelastete
Zellwasser mit dem Brüden abführbar ist.

Bezugszeichenliste:

- | | |
|----|---|
| 1 | Restmüll oder andere organisch belastete Abfall- |
| 5 | stoffe mit einem Trockenstoffgehalt > 30% |
| 2 | Siedeextraktor |
| 4 | Außenheizung |
| 6 | Prozesswasser (Frischwasser oder Umlaufwasser aus der Biogasanlage) |
| 10 | 8 Rühr- und Transportvorrichtung |
| 10 | thermisch stabilisierter Restmüll / Wassergemisch |
| 12 | Entwässerung |
| 14 | Entwässerungseinrichtung |
| 16 | Kühlmediumherzeuger |
| 15 | 18 organisch hoch belastetes Prozeßwasser |
| 20 | Biogasanlage |
| 22 | Presskuchen |
| 24 | Biogas oder andere Energieträger |
| 26 | Wärmeerzeugungsanlage |
| 20 | 28 thermische Energie |
| 30 | Abluftreinigung |
| 32 | Gärwasser |
| 34 | Überschußwasser |
| 36 | Abwasserreinigungsanlage |
| 25 | 38 Dampf |
| 40 | Vakuumpumpe zu Siedeextraktor |
| 42 | Vakuumsiedetrockner |
| 44 | Vakuumpumpe zu Siedetrockner |
| 46 | Brüden (Vakuumtrockner) |
| 30 | 48 Brüden (Siedereaktor) |
| 50 | getrockneter und warmer Restmüll oder andere Abfall- |
| | stoffe |
| 52 | Kühltrockner |
| 54 | Abgase |
| 35 | 56 Kratzboden oder Transportband |

- 60 Schlämme und andere pastöse Produktions und Abfallstoffe mit einem Trockenstoffgehalt $< 40\%$
- 62 Massenstromumleitung / Mischer
- 66 Brüdenkondensator / Kühler
- 5 68 Kondensat in Abwasserbehandlung
- 70 Umluftventilator
- 72 getrockneter und kalter Restmüll oder andere Abfallstoffe
- 74 Suspension [Materialgemisch für Siedeextraktion
- 10 (Mischung 1 und 6)]
- 76 Material zum Vakuumtrocknen (Mischung (1, 22, 60))
- 78 Wasserdampfbeladene Umluft
- 80 Entfeuchtete Kühlluft
- 82 Förder- und Umwälzspirale
- 15 84 Materialeingang mit Schieber
- 86 Mantelrohr
- 88 Materialaustrag mit Schieber
- 90 Siedeextraktor und/oder Vakuumtrockner
- 92 Heizmantel, Heizflächen
- 20 94 Brüdenabzug
- 96 Antrieb
- 98 Vakuumdichte Wellendurchführung
- 100 Materialvorschub in eine Richtung
- 102 Materialvorschub und Rückschub
- 25 103 Energieverwertung für Überschussbiogas
- 104 Verschiebe-, Entlade- und Beladebauteil
- 105 Gereinigtes Abwasser
- 106 Rührwerk
- 107 Rührwerkschaufeln
- 30 108 Aufgabebehälter / Biologische Vorwärmung
- 109 Dosiervorrichtung
- 110 Lufteintrag
- 111 Sauerstoffeintrag

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten von Abfallstoffen, wobei
5 organische Bestandteile der Abfallstoffe in einem Reaktor
(2,42,90) ausgetrieben werden, mit den Schritten:
 - Einbringen der Abfallstoffe (1) in den Reaktor
(2,42,90)
 - Erwärmen der Abfallstoffe (1) unter Vakuum auf eine
10 Siedetemperatur von Wasser
 - Beaufschlagen der im Reaktor (2, 42, 90) aufgenommenen
Abfallstoffe (1) mit Scherkräften über eine Röhreinrich-
tung (106) oder dgl.
 - Zerstören von Membranen von wasserführenden Zellstruk-
15 turen der organischen Bestandteile und Austreiben des
entstehenden, organische Bestandteile enthaltenden
Brüden (46, 48).
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, wobei bei einer
20 Siedeextraktion dem als Siedeextraktor (2) wirkenden
Reaktor Wasser (6) oder eine andere geeignete Auswasch-
flüssigkeit zugeführt wird und ein Anteil der organischen
Bestandteile mit dem Wasser (6) ausgewaschen und ein Teil
der organischen Bestandteile und/oder als Ammoniak gebun-
25 dener Stickstoff über Kopf mit dem entstehenden Brüden
(48) ausgetrieben wird.
3. Verfahren nach Patentanspruch 2, wobei sich an die
Siedeextraktion eine Siedetrocknung mit den Merkmalen des
30 PA 1 anschliesst.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentan-
sprüche, wobei einer Siedetrocknung nach Patentanspruch 1
oder einer Siedeextraktion mit den Merkmalen des Patent-
anspruchs 2 eine Vorerwärmung (108) des Abfallstoffs (1)
35 vorgeschaltet ist.

5. Verfahren nach Patentanspruch 4, wobei die Vorerwärmung (108) durch einen aeroben Rotteprozess erfolgt.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Brüden (46, 48) einem Kondensator, vorzugsweise einem Kühler (66) zugeführt wird.
7. Verfahren nach Patentanspruch 6, wobei während des
10 Prozesses entstehende Leckageluft in einem Brenner (26) verbrannt oder einer Aufbereitung zugeführt wird.
8. Verfahren nach einem der Patentansprüche 2 bis 7, wobei organisch belastete Auswaschflüssigkeit einer
15 Biogasanlage (20) zugeführt wird.
9. Verfahren nach Patentanspruch 8, wobei in der Biogasanlage entfrachtetes Gärwasser (32) als Umlauf- oder Prozeßwasser (6) zum Siedereaktor (2) zurückgeführt wird.
20
10. Verfahren nach Patentanspruch 8 oder 9, wobei das entstehende Biogas (24) zur Erzeugung von Prozesswärme oder von elektrischer Energie verwendet wird.
- 25 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei im Anschluß an eine Siedetrocknung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 eine Kühltrocknung des warmen Trockenguts erfolgt.
- 30 12. Verfahren nach Patentanspruch 2 und 3, wobei die Siedetrocknung und die Siedeextraktion in dem gleichen Reaktor (2, 42, 90) durchgeführt werden.
- 35 13. Aufbereitungsanlage zur Aufbereitung organische Bestandteile enthaltender Abfallstoffe (1) insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorherge-

henden Patentansprüche, mit einem beheizbaren Reaktor (2,42,90), der unter Vakuum auf eine Siedetemperatur von Wasser (6) oder einer anderen Auswaschflüssigkeit bringbar ist und der einen Abfallstoffeintrag (84), einen Materialaustrag (88), einen Vakuumanschluß, eine Heizung (92), einen Brüdenaustritt (94) und eine Einrichtung zum Einbringen von Scherkräften, insbesondere ein Rührwerk (106) hat.

10 14. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 13, wobei der Reaktor ein Siedeextraktor (2) mit einem Auswaschflüssigkeitseintritt (84) ist.

15 15. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 13, wobei der Reaktor ein Siedetrockner (42) zum Entwässern der Abfallstoffe ist.

20 16. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 15, wobei dem Siedetrockner (42) ein Vorerwärmer (108) vorgeschaltet ist.

25 17. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 14 und 15, wobei der Siedetrockner (2) und der Siedetrockner (42) durch den gleichen Reaktor (2,42,90) ausgebildet sind.

18. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 14 bis 18, mit einer Biogasanlage (20) zur Aufbereitung des beladenen Auswaschwassers.

30 19. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 18, mit einer Umlaufeinrichtung zur Rückführung von in der Biogasanlage (20) anfallenden Gärwasser (32) als Prozesswasser (6).

20. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 15 bis 19, mit einem Kühltrockner zur Nach Trocknung des warmen Trockenguts.
- 5 21. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 13 bis 20, mit einem Kondensator (66) für den Brüden (46,48).
- 10 22. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 13 bis 21, wobei das Rührwerk (106) einen Rührer hat, über den die Abfallstoffe vom Eintritt zum Austritt förderbar sind.
- 15 23. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 22, wobei das Rührwerk (106) Rührelemente hat (107), über die Material von einer Innenumfangswandung des Reaktors (2,42,90) abstreifbar ist.
- 20 24. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 23 oder 24, wobei das Rührelement (107) schneckenförmig mit oder ohne Zentralwelle ausgebildet ist
- 25 25. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 22 bis 24, wobei die Förderrichtung des Rührwerks (106) umdrehbar ist.
26. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 22 bis 25, wobei das Rührelement (107) beheizt ist.
- 30 27. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 14 bis 26, wobei der Abfallstoffeintritt und der Auswaschflüssigkeitseintritt als gemeinsamer Eintritt (84) ausgebildet sind.

28. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 13 bis 27, mit einem Dampfeintritt zur Zuführung von Heizdampf (84).

5 29. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 22, wobei der Reaktor (2,42,90) zumindest zwei Teilabschnitte (90.1, 90.2) hat, in denen jeweils ein Rührwerk (106) angeordnet ist.

10 30. Aufbereitungsanlage nach Patentanspruch 29, wobei die beiden Teilabschnitte (90.1, 90.2) über Verschiebebauteile (104) miteinander verbunden sind, so daß das Material im Kreislauf förderbar ist.

15 31. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 15 bis 28, wobei dem Siedetrockner (42) eine Klassierpresse (14) nachgeschaltet ist.

20 32. Aufbereitungsanlage nach einem der Patentansprüche 13 bis 31, mit einer Abwasserreinigungsanlage (36) zur Aufbereitung von während des Prozesses anfallendem Abwasser.

1/6

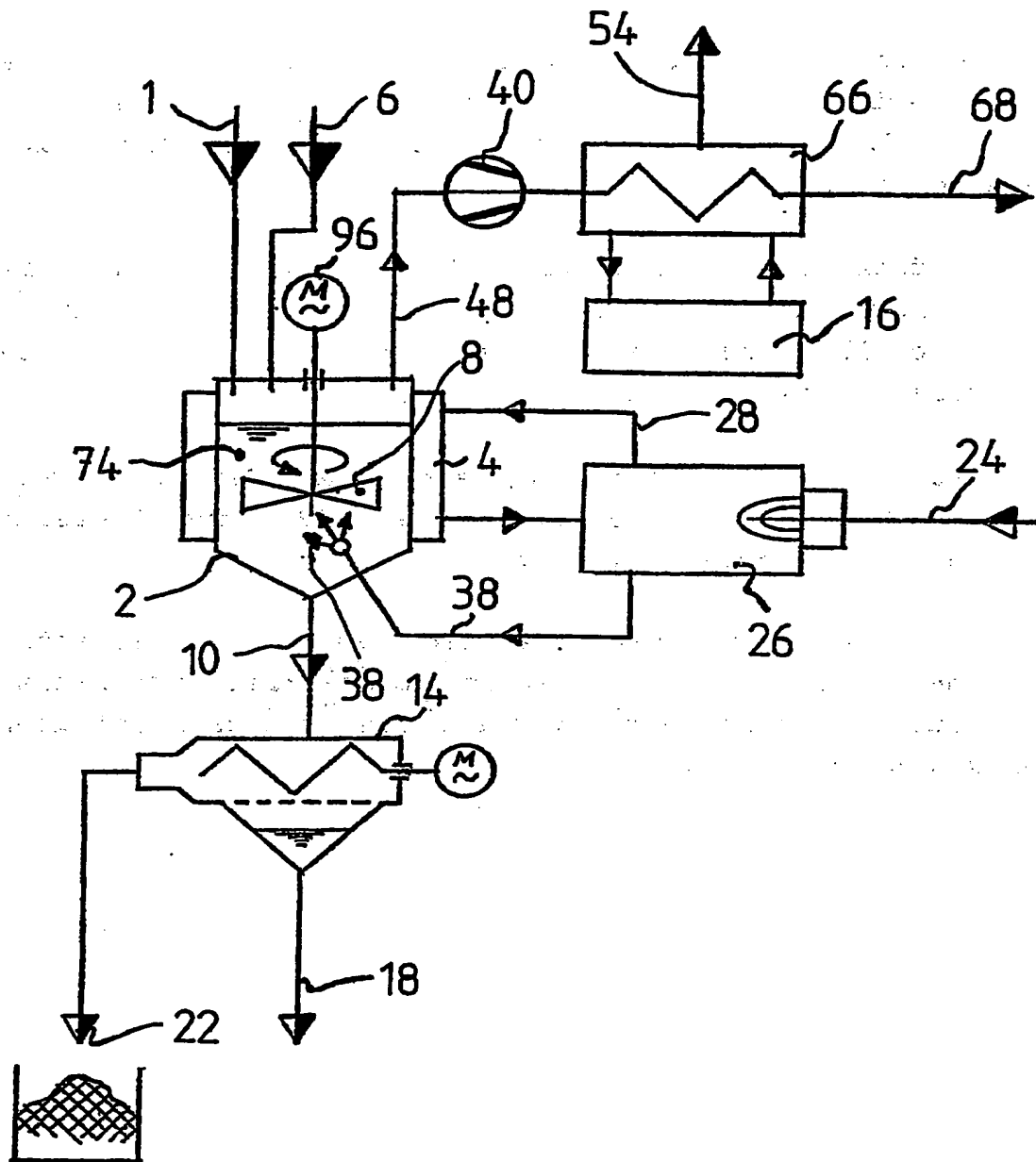


Fig. 1

3/6

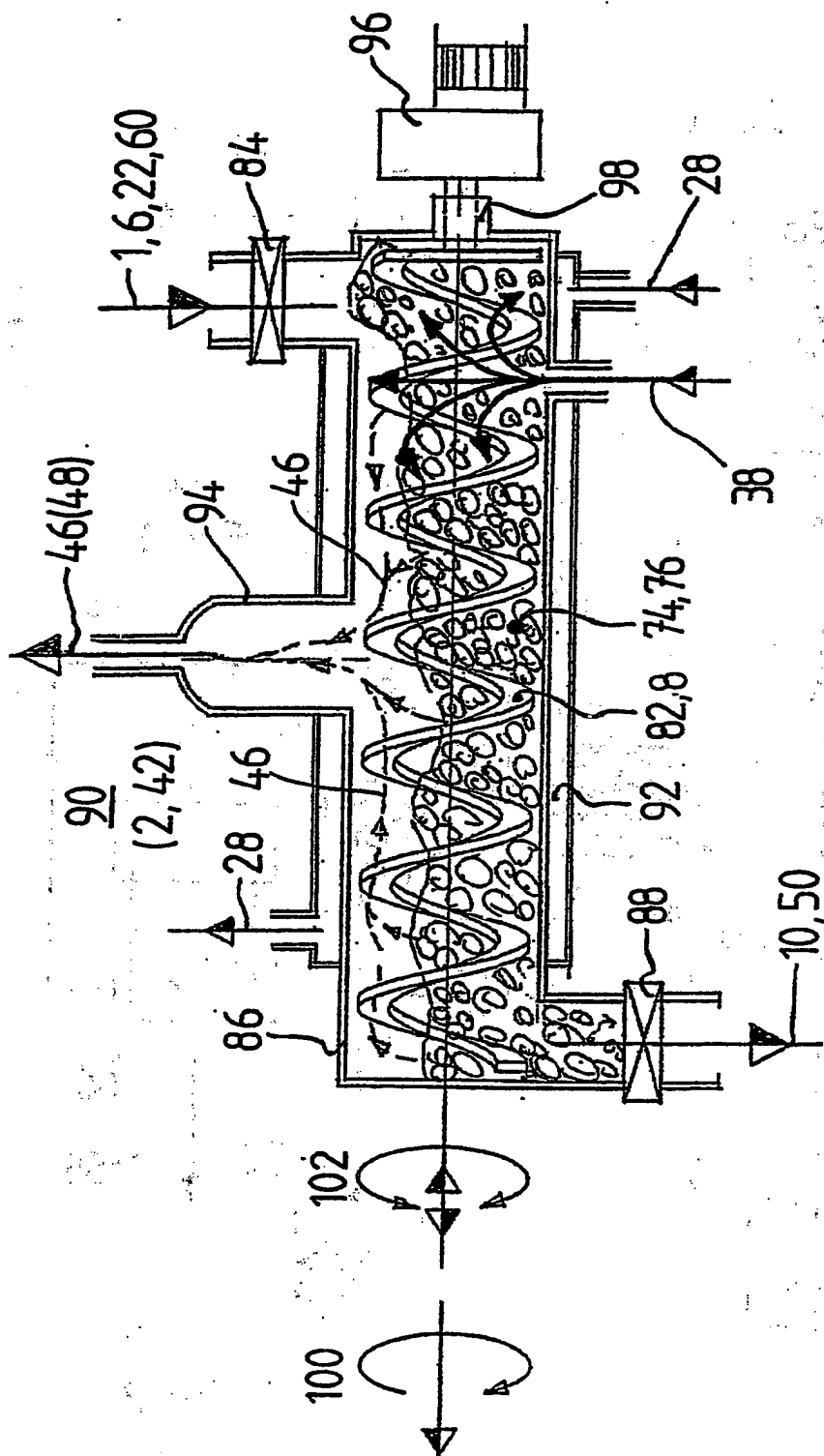
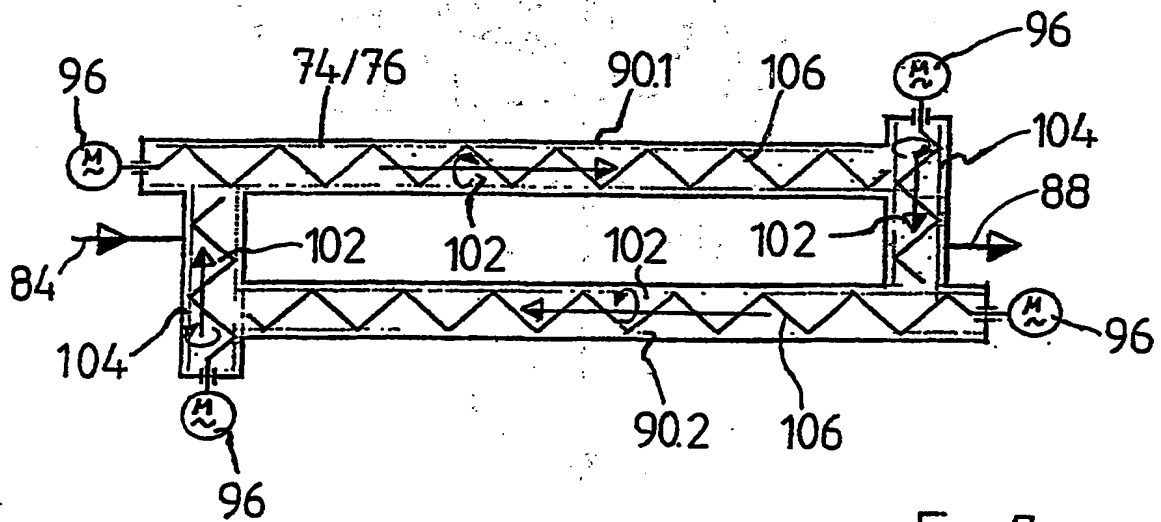
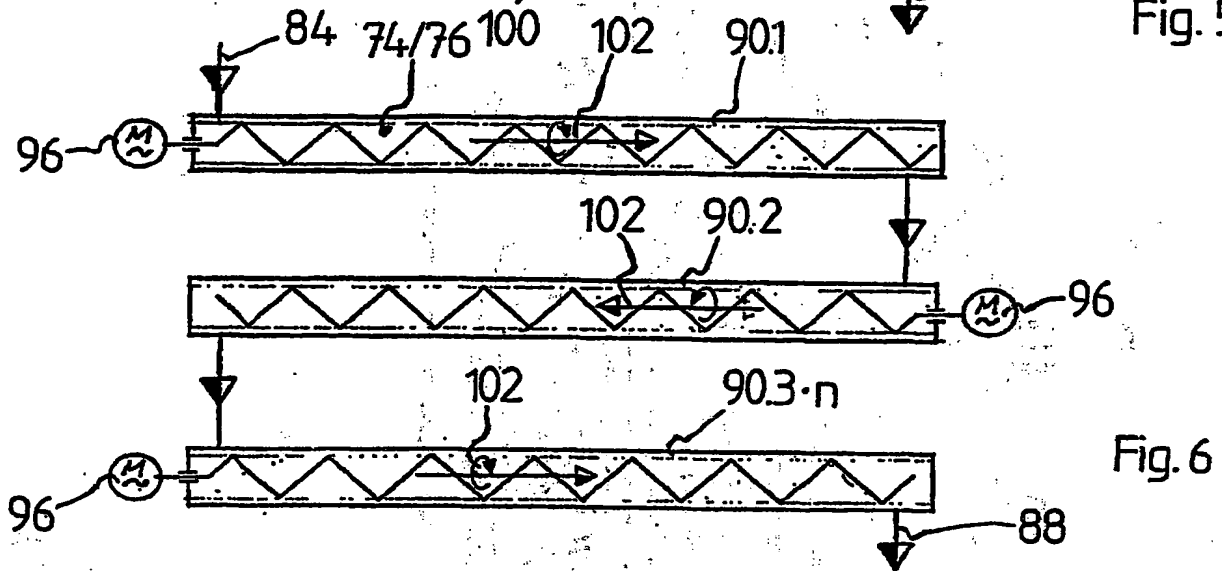
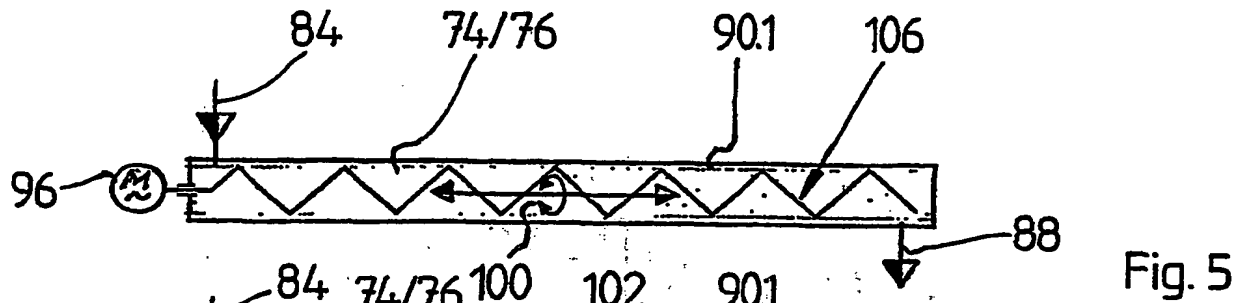


Fig. 3

5/6



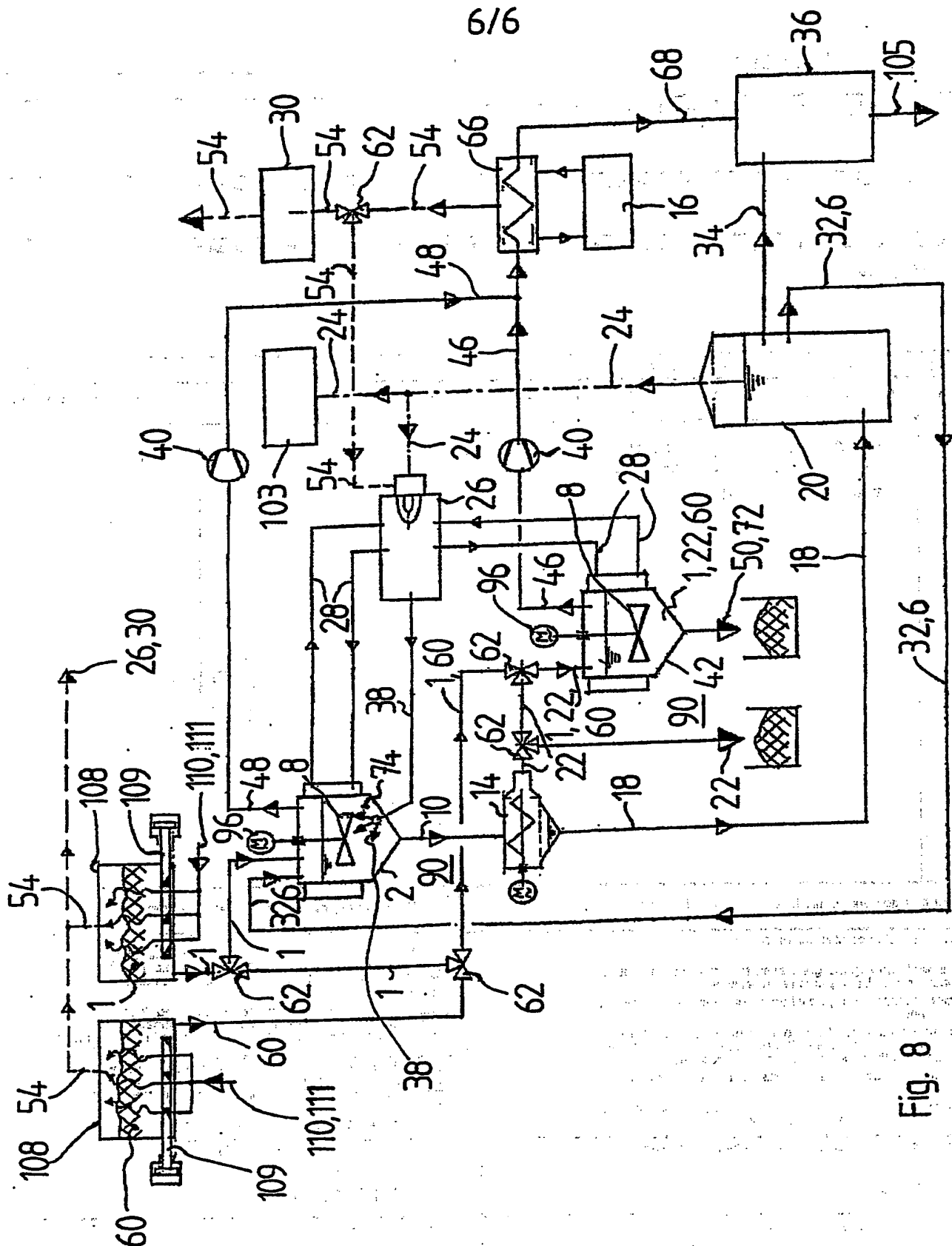


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No
PCT/EP 02/09855

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B09B3/00 B03B9/06 C10L5/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B09B B03B C10L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 244 199 B1 (CHAMBE ERIC ET AL) 12 June 2001 (2001-06-12) the whole document	1-32

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents:**

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 January 2003

Date of mailing of the international search report

20/01/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Clarke, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

National Application No

PCT/EP 02/09855

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6244199	B1	12-06-2001	
		FR 2754883 A1	24-04-1998
		FR 2762613 A1	30-10-1998
		AU 4873397 A	15-05-1998
		CN 1234106 A	03-11-1999
		EP 0934489 A1	11-08-1999
		WO 9817950 A1	30-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/09855

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B09B3/00 B03B9/06 C10L5/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B09B B03B C10L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 244 199 B1 (CHAMBE ERIC ET AL) 12. Juni 2001 (2001-06-12) das ganze Dokument	1-32

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Januar 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/01/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Clarke, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

ationales Aktenzeichen

PCT/EP 02/09855

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6244199	B1	12-06-2001	FR	2754883 A1	24-04-1998
			FR	2762613 A1	30-10-1998
			AU	4873397 A	15-05-1998
			CN	1234106 A	03-11-1999
			EP	0934489 A1	11-08-1999
			WO	9817950 A1	30-04-1998

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**